

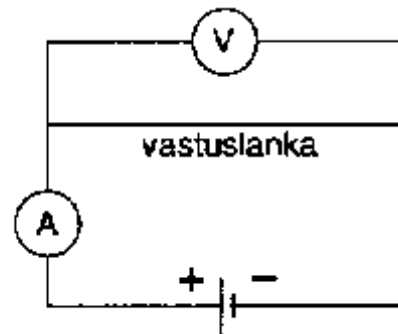
TYÖ 37. OHMIN LAKI

Tehtävä	Tutkitaan metallijohtimen päiden välille kytketyn jännitteen ja johtimessa kulkevan sähkövirran välistä riippuvuutta. Todennetaan kokeellisesti Ohmin laki.
Välineet	Tasajännitelähde (15020), virtamittari (A)(11110), jännitemittari (V) (11120), yleismittari (DT-830B Digital Multimeter), vastuslankaa (esim. krominikkelivastuslanka , halk. 0,40 mm(14010)), vastuslangan kiinnitystolpat (+ ”hauenleuat” tolppien päihin) sekä johtimia.

Taustatietoja	Resistanssilla R tarkoitetaan johtimen kykyä vastustaa sähkövirtaa (sähkövarausten liikettä). Ohmin laki kuuluu seuraavasti: Metallijohtimen resistanssi on vakio­lämpötilassa jännitteestä riippumaton vakio. Toisin sanoen metallijohtimessa jännitehäviö on vakio­lämpötilassa verrannollinen sähkövirtaan ($U \sim I$); $U = RI$. Resistanssi R on verrannollisuuskerroin (ks. F4 s. 79-84 (76-81)).
---------------	--

Jos sähköjohtimen päiden välistä jännitettä U muutetaan, muuttuu sähkövirtakin I siten, että jännitteen muutoksen suhde sähkövirran muutokseen pysyy samana, jos lämpötila on vakio. Mittauksen kytkentäkaavio on kuvassa 1.

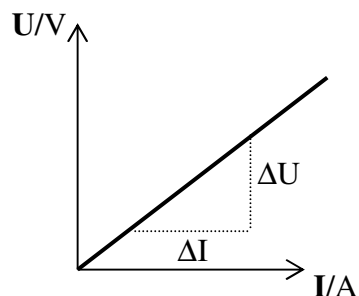
Kuva 1.
Ohmin lain kytkentäkaavio.
DC; 0–6 V.



Osamäärän $\frac{\Delta U}{\Delta I}$ vakiona pysyvistä arvosta käytetään nimitystä **resistanssi** R . Se kertoo, kuinka suuri jännitteen muutos tarvitaan tiettyä virran muutosta kohti: $R = \frac{\Delta U}{\Delta I}$,
missä U = johtimen päiden välinen jännite (V) ja
 I = johtimessa kulkeva virta (A).
Resistanssin yksikkö on $[R] = \frac{[U]}{[I]} = \frac{V}{A} = \Omega$ (ohmi).

Resistanssi R saadaan mittaustuloksista (I, U)-koordinaatistoon piirretyn suoran fysikaalisena kulmakertoimena (kuva 2).

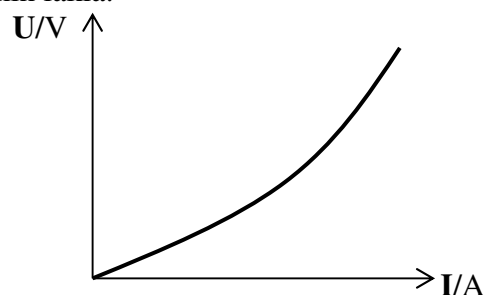
Kuva 2.
Ohmin laki; $U = RI$.



Ohmin lain pätevyysalue on rajallinen. **Ohmin laki pätee** kohtuullisesti **metallijohtimissa** vain, jos **lämpötila pysyy vakiona**, sekä eräille metalliseoksille lämpötilan muuttuessaakin. Käytännössä sähköjohtimen lämpötila kasvaa jonkin verran, vaikka johtimessa kulkee pienikin virta.

Sitä vastoin esimerkiksi hehkulampun hehkulangan lämpötila kohoaa jännitteen kasvaessa. Hehkulangan ja yleensä johtimen resistanssi suurenee, kun lämpötila kohoaa. Ohmin laki ei silloin ole voimassa. Laki ei myöskään päde sähkövirran kulkiessa kaasuisissa, elektrolyyteissä tai puolijohteissa. Kuvassa 3 on esitetty hehkulangan päiden välinen jännite sähkövirran funktiona. Kuvaaja ei ole suora. Siitä nähdään, että resistanssi R ei ole vakio, vaan kasvaa jännitteen (tai virran) kasvaessa. Hehkulanka ei siis noudata Ohmin lakia.

Kuva 3.
Hehkulangan päiden välinen jännite sähkövirran funktiona. Ohmin laki ei ole voimassa.



Metallijohtimen resistanssin riippuvuutta lämpötilasta voidaan kuvata likimäärin yhtälöllä $R = R_{20}(1 + \alpha \Delta t)$, missä R = johtimen resistanssi lämpötilassa t , R_{20} = resistanssin arvo 20 °C lämpötilassa, $\Delta t = t - 20\text{ °C}$ ja α = resistiivisyyden lämpötilakerroin ($1/\text{°C}$ tai $1/\text{K}$). (ks. MAOL s. 94-95 (93-94)).

Suoritusohjeita

TYÖ 1. Ohmin laki

Ohmin laki osoitetaan kokeellisesti ja määritetään vastuslangan resistanssi. Työssä käytetään lankaa, jolla on pieni resistiivisyyden lämpötilakerroin. Oletetaan, että huoneen ja johtimien lämpötila pysyy vakiona. Rakenna kuvan 1 mukainen kytkentä, jossa vastuslanka kiinnitetään kahden tolpan (= eristepylväät) väliin. Tässä työssä käytetään vastuslangan (14010) pituutta: 30 cm. Mittaa ensin yleismittarilla vastuslangan resistanssi.

Kytke vastuslangan toinen virtamittarin (A) kautta tasajännitelähteen positiiviseen napaan ja toinen pää negatiiviseen napaan. Työssä käytetään tasajännitettä (DC) välillä 0-6 V. Kytke sitten jännitemittari (V) vastuslangan kumpaakin päähän. Aseta jännitelähteen säätökytkin

MITTAUSPÖYTÄKIRJA

$$\mathbf{R} = \left(\begin{array}{c} \pm \end{array} \right) \Omega.$$

TYÖ 2. Ohmin lain pätevyysalue

Aseta vastuslangan tilalle **hehkulamppu** (6 V, 25 W)(1110) ja tee samat mittaukset kuin edellä kuvan 1 kytkentäkaavion mukaisesti.

PIIRRÄ KYTKENTÄKAAVIO:

Laske lampussa annetun jännitteen ja tehon avulla kuinka suuren virran lamppu voi kestää.

$$\mathbf{I} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \mathbf{A}.$$

Taulukko 2. Ohmin laki; hehkulamppu (6 V, 25 W).

[illegible]

Sijoita havaintoarvot millimetripaperille (I,U)-koordinaatistoon.

OVATKO PISTEET SAMALLA SUORALLA?

NOUDATTA KO HEHKULANKA OHMIN LAKIA?

RESISTANSSIN LIKIARVO R $\approx$ _____ Ω .

Edellä mitattiin 30 cm pitkän vastuslangan resistanssi. Toista mittausta käyttämällä samaa vastuslankaa (14010), joka pituus on 60 cm ja 90 cm. Vertaa resistanssinmuutosta ja langan pituuden muutosta.

60 cm			90 cm		
I / A	U / V	R = U/I (Ω)	I / A	U / V	R = U/I (Ω)

Resistanssin virheen ΔR arvioinnissa menetellään kuten edellä.

Sijoita havaintoarvot millimetripaperille (I,U)-koordinaatistoon ja sovita sekä piirrä pistejoukkoon sitä parhaiten kuvaava suora kummallakin langan pituudella 30 cm ja 90 cm.

60 cm:

Määritä piirtämäsi suoran $U = U(I)$ kulmakerroin

$$\frac{\Delta U}{\Delta I} = \underline{\hspace{10cm}}.$$

Suoran fysikaalisena kulmakertoimenä saadaan vastuslangan resistanssi R.

Resistanssi $R = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$.

Arvioi resistanssin R virhe $\Delta R \approx \underline{\hspace{2cm}} \Omega$.

TULOS: RESISTANSSI VIRHERAJOINEEN:

$R = (\underline{\hspace{2cm}} \pm \underline{\hspace{2cm}}) \Omega$.

90 cm:

Määritä piirtämäsi suoran $U = U(I)$ kulmakerroin

$$\frac{\Delta U}{\Delta I} = \underline{\hspace{5cm}}.$$

Suoran fysikaalisena kulmakertoimena saadaan vastuslangan resistanssi R .

Resistanssi $R = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$.

Arvioi resistanssin R virhe $\Delta R \approx \underline{\hspace{2cm}} \Omega$.

TULOS: RESISTANSSI VIRHERAJOINEEN:

$R = (\underline{\hspace{2cm}} \pm \underline{\hspace{2cm}}) \Omega$.

Miten vastuslangan resistanssi muuttuu vastuslangan pituuden kasvaessa?

TULOSTEN ARVIOINTI:

Mistä seikoista aiheutui virhettä mittaustuloksiin?